

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-342001

(43)Date of publication of application : 27.11.1992

(51)Int.Cl.

G05B 13/02

(21)Application number : 03-303900

(71)Applicant : HONEYWELL INC

(22)Date of filing : 24.10.1991

(72)Inventor : SKLAROFF MORTON

(30)Priority

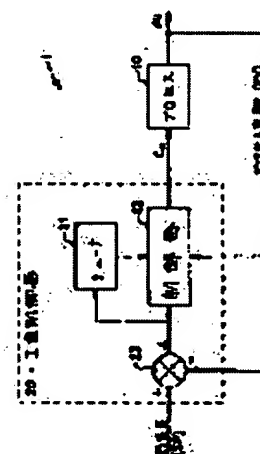
Priority number : 90 602994 Priority date : 24.10.1990 Priority country : US

(54) DEVICE FOR CONTROLLING PROCESS VARIABLE AND METHOD FOR ADAPTIVELY TUNING ADAPTIVE CONTROLLER

(57)Abstract:

PURPOSE: To automatically control a process in optimum by tuning the parameter of adaptive controllers.

CONSTITUTION: The adaptive controllers 21 and 22 receive error signals and generate output control signals connected to a process 10. The adaptive controllers 21 and 22 are tuned by the process 10 so that the process 10 outputs process variable PV signals having a prescribed characteristic with the output control signals. Process variable PV signals are connected to the second input terminal of a differential device 23 and the adaptive controllers 21 and 22 and therefore the adaptive controllers 21 and 22 can independently monitor the process variable PV signals. The arbitrary change of the process variable PV signal as the result of the disturbance of a process parameter can be detected with such constitution and the tuning of the adaptive controllers 21 and 22 is adjusted. Thus, the process 10 can automatically be controlled in optimum.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-342001

(43) 公開日 平成4年(1992)11月27日

(51) Int.Cl.⁵

G 0 5 B 13/02

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 9131-3H

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平3-303900

(22) 出願日 平成3年(1991)10月24日

(31) 優先権主張番号 6 0 2, 9 9 4

(32) 優先日 1990年10月24日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 591007011

ハネウエル・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国 55408 ミネソタ州・ミ
ネアポリス・ハネウエル・プラザ (番地な
し)

(72) 発明者 モートン・スクラロフ

アメリカ合衆国 19034 ペンシルヴェニ
ア州・フオート ワシントン・ドナ ドラ
イブ・1127

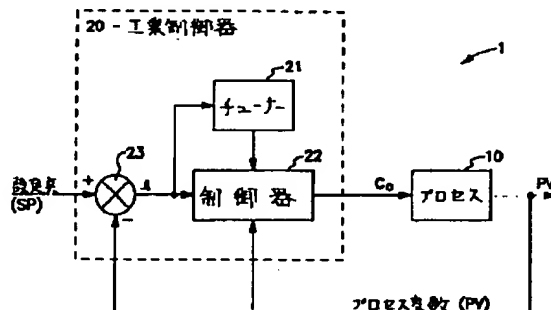
(74) 代理人 弁理士 山川 政樹

(54) 【発明の名称】 プロセス変数を制御するための装置および適応制御器を適応チューニングする方法

(57) 【要約】

【目的】 適応制御器および方法を得ることである。

【構成】 プロセスのプロセス変数を制御するためのプロセス制御装置用の装置が、そのプロセスに対してチューニングされた適応制御器を含む。プロセスのプロセス変数出力信号が差装置と適応制御器へ結合されることにより、差装置により出力された誤差信号とは独立に、適応制御器はプロセス変数信号をモニタできるようにされる。差装置へ入力された設定点信号中に対応する変化を生ずることなしに、プロセス変数信号中に検出されたどのような変化も、適応制御器のチューニングパラメータの調整を開始させ、それによりプロセスを連続して最適に制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 下記a)及びb)を有し、所定の伝達関数及びそれに関連する所定のプロセスパラメータを有するプロセスのプロセス変数を制御するための装置（工業制御器）。

a) 第1の入力端子と第2の入力端子を有し、前記第1の入力端子へ入力された第1の信号と、前記第2の入力端子へ入力された第2の信号との差を出力する差手段。

b) この差手段と前記プロセスへ接続され、前記差手段から誤差信号を受けて、前記プロセスへ結合される出力制御信号を発生し、前記出力制御信号が所定の特性を有するプロセス変数信号をプロセスに出力させるようにチューニングされる適応制御器手段であって、前記プロセス変数信号が前記差手段の第2の入力端子と前記適応制御器手段とへ入力され、それにより、プロセスパラメータの乱れの結果としてのプロセス変数信号の変化を検出するために、前記誤差信号とは独立に、プロセス変数信号をモニタすることでチューニングの調整を行う適応制御器手段。

【請求項2】 所定の伝達関数と、この伝達関数に関連させられた所定のプロセスパラメータとを有するプロセスのプロセス変数を制御する適応制御器を有し、プロセスへ接続された前記適応制御器からの出力制御信号が、所定の特性を有するプロセス変数信号（プロセス変数に関連する値に対応する）をプロセスに出力させるように、適応制御器を前記プロセスでチューニングする方法において、制御プロセスをスタートさせることを示した入力を受けた時に、

a) プロセス制御装置へ入力される設定点信号の値にプロセス変数信号を等しくするような値を有する前記出力制御信号のためのステップ関数を出力する過程と、

b) プロセスを識別するためにプロセス変数を検出する過程と、

c) 前記適応制御器に対するチューニングパラメータを計算する過程と、

d) ラインアウトが起きた後で、プロセス変数信号をモニタする過程と、

e) 設定点信号に対応する変化を生じさせることなしに、プロセス変数信号中に何らかの変化が生ずるものとする、i) プロセスパラメータの変化を補償するためにチューニングパラメータを調整する過程と、ii) 過程(f)へ続ける過程と、さもなければ、プロセス変数信号に変化が生じなければ、iii) 過程(f)へ続ける過程と、

f) 与えられた設定点値が入力されると、i) 過程(a)が始まる前記過程を反復する過程と、さもなければ、ii) 過程(e)を反復する過程と、を備えることを特徴とする適応制御器を適応チューニングする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はPID型制御器に関するものであり、更に詳しくいえば、自動的にチューニングされるPID型制御器およびそのための適応制御法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の帰還プロセス制御装置においては、設定点(sp)と、プロセスから帰還された被制御変数(pv)との間のずれ(e)に関して、比例+積分+微分動作(PID動作)が行われ、そのPID動作の結果が制御信号としてプロセスへ供給されていた。プロセスを最適制御するためには、それぞれのPID動作を行うためのPIDパラメータは最適値にセットされる。従来は、PIDパラメータは手動で調整されていた。手動調整を行うために、ステップ応答法と限界感度法が周知である。しかし、それら2つの方法においては、特性の測定に長時間を要し、測定中にプロセス制御が停止するから、その時に得られたpvの値が最も望ましい値であることはあり得ない。

【0003】他方、PIDパラメータが（手動ではなくて）自動的に決定されるような方法が提案されている。そのような自動法が米国特許第4,754,391号明細書に記載されている。しかし、プロセスに何らかの変化が生じたとなると、制御器を手動で戻さねばならない。

【0004】本発明の適応制御器および方法においては、プロセス出力がモニタされる。したがって、ラインアウト（すなわち、 $sp=pv$ ）後に、設定点(sp)に対応する変化を起こすことなしに、所定の誤差を生じさせるのに十分なプロセス変化が起こるとすると、本発明の適応制御器はプロセスの解析を開始し、PIDパラメータを再チューニングしてプロセスの制御を最適にする。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の目的は適応制御器を得ることである。本発明の別の目的は、制御されるプロセスの最適制御を行うために自動的に再チューニングすることができる適応制御器を得ることである。本発明の別の目的は、制御されるプロセスの出力を直接モニタする適応制御器を得ることである。本発明の別の目的は、接続されるプロセスの出力を直接モニタし、所定の条件が存在することを検出した時に適応制御器の再チューニングを開始する適応制御器を得ることである。本発明の更に別の目的は、制御されるプロセスを最適制御するために、所定の条件が存在する時に適応制御器を自動的に再チューニングさせる適応制御器および適応制御方法を得ることである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明はプロセスを制御

3

する適応制御器および方法を提供する。本発明の適応制御器は前記プロセスの出力をモニタする。また本発明の方法は適応制御器のパラメータをチューニングすることにより、プロセスを最適に自動制御する。プロセス制御装置には、所定の伝達関数と、その伝達関数に関連する所定のプロセスパラメータとを有するプロセスのプロセス変数を制御する装置（工業制御器）が含まれる。この装置は、第1の入力端子と第2の入力端子を有し、第1の入力端子へ結合された第1の信号と、第2の入力端子へ結合された第2の信号との差を出力する差装置を含む。この差装置とプロセスへ接続される適応制御器も含まれる。適応制御器は差装置から誤差信号を受け、プロセスへ結合される出力制御信号を発生する。出力制御信号でプロセスが所定の特性を持つプロセス変数信号を出力するように、適応制御器はプロセスにチューニングされる。プロセス変数信号は差装置の第2の入力端子と適応制御器へ結合され、それにより適応制御器が誤差信号とは独立にプロセス変数信号をモニタすることができる。この構成により、プロセスパラメータの乱れの結果としてのプロセス変数信号の任意の変化を検出することを許され、その時に適応制御器のチューニングの調整が行われる。

【0007】適応制御器を適応チューニングする方法は（制御プロセスを開始させることを指示する入力を受けた時に）、設定信号値にプロセス変数信号を等しくする値を有する出力制御信号のためのステップ関数を出力する過程を含む。設定点信号はプロセス制御装置へ入力される。プロセスを識別するためにプロセス変数が検出され、適応制御器のためのチューニングパラメータが計算される。ラインアウトが生じた後で、プロセス変数信号がモニタされる。設定点信号に対応する変化を生ずることなしにプロセス変数信号に変化が生じたとすると、プロセスパラメータの変化を補償するためにチューニングパラメータが調整される。他の場合には、プロセス可変信号に変化が生じなければ、誤差信号がモニタされる。新しい設定点値が入力されると、この方法は、ステップ関数を出力して、プロセスを識別することから始まって、この方法が反復される。

【0008】

【実施例】まず、本発明の適応制御器を含む制御装置のブロック図が示されている図1を参照する。制御装置1はプロセス10を含む。このプロセスは、温度、圧力、流量等のような所定のパラメータの信号、プロセス変数（ p_v ）に出力する。制御装置1への入力信号は、設定点（ s_p ）に出力、またはプロセス変数、の希望の値を示す値が入力される。設定点信号とプロセス変数信号は差装置23へ入力される。その差装置は誤差信号 e を出力する。この誤差信号はチューナー21と制御器22へ結合される。制御器22は周知のマイクロプロセッサとすることができる。チューナー21と制御器22は互い

4

に関連して動作して、本発明の適応制御器を構成する。制御器22は誤差信号を受け、出力信号 C_o を生ずる。この出力信号 C_o はプロセス10の出力信号を $s_p = p_v$ とするように、入力信号に追従させる。 $s_p = p_v$ となった時にラインアウトが生じたといわれる。差装置23と、チューナー21と、制御器22とを一緒にパッケージして工業制御器20を構成できる。本発明の好適な実施例においては、出力信号（プロセス変数 p_v ）が制御器22へ直結される。このようにして、この制御器は、ソフトウェアの制御の下に、誤差信号の入力を断ち、プロセス変数信号を入力することにより、プロセス10を直接モニタできるようにする。このようにして、適応制御器21と22（簡単のためにここでは制御器22と呼ぶことがある）は最初はプロセスを識別し（後述する）、自身をチューニングする。プロセスパラメータの変化が生じたとすると、その変化を適応制御器により容易に検出できる。検出された変化はプロセス利得、時定数、または不動作時間のうちの1つまたはいくつか（すなわち、プロセス10における変化）とすることができ。プロセス10、したがってプロセスパラメータの変化が、 p_v を振動させ、 p_v を減衰振動させることがある。その場合には、 p_v を設定点に維持するために、制御器22はPIDパラメータを補償的に変化させることを求める。したがって、本発明の適応制御器は、プロセス10で検出された変化にตอบสนองして、設定点信号に対応する変化を生ずることなしに、自身で自動的に「再チューニング」する。

【0009】次に、典型的な制御装置のブロック図が示されている図2Aを参照する。図2Aに示す制御装置は入力端子と、出力端子および伝達関数 $T(s)$ とを有する装置200を含む。入力信号 IN と、装置200の出力（ OUT ）とが差装置23へ接続される。この差装置は、

$$OUT = IN [T(s) / \{1 + T(s)\}]$$

であるように、誤差 e を装置200の入力端子へ出力する。ステップ入力にตอบสนองして、

$$OUT = IN [T(s) / S \{1 + T(s)\}]$$

である。

【0010】次に、制御装置の図2Aに示されている装置200に類似する装置のブロック図が示されている図2Bを参照する。この図では図2Aの装置200は2つの装置201と202に分割される。装置201と202との組合わせた伝達関数は図2Aの装置200の伝達関数に等しい。したがって、図2Bの分割されている装置の伝達関数 $T(s)$ は

$$T(s) = G_1(s) \cdot G_2(s)$$

である。

【0011】ここに、 p_v = プロセス変数（実際の値）

s_p = 設定点（希望値または指令値）

$G_1(s)$ = 工業制御器20（または制御器22）の伝

達関数、

$G_2(s) =$ プロセス10の伝達関数

である。

【0012】ほとんどの工業プロセスは不動作時間があったり、なかったりする1つまたは2つの遅れより成る。したがって、それぞれの伝達関数は下記の形をとる。

a) 不動作時間のない1つの遅れ

$$G_2(s) = K / (s + a)$$

b) 不動作時間のない二重遅れに対して

$$G_2(s) = K / (s + a)(s + b)$$

$$G_1(s) = G_c (ST_i + 1) (sT_i + 1) / \{sT_i (asT_i + 1)\}$$

であるように示すことができる。

【0014】 $K(s) = G_c$ (利得)

$$I(s) = (T_i s + 1) / T_i s$$

$$S(s) = (T_d s + 1) / (aT_d s + 1)$$

であるように、制御器201は図2Cに示すように更に分けられる。

【0015】したがって、 $G_1(s) = K(s) I(s) S(s)$ であり、このプロセスに対しては、 $G_2(s)$ は下記のような種類のものである。

a) 不動作時間がない1つの遅れ

$$G_1(s) = K(s) I(s)$$

b) 不動作時間がない二重遅れ

$$G_1(s) = K(s) I(s) S(s)$$

c) 不動作時間のある1つの遅れ

$$G_1(s) = K(s) I(s)$$

d) 不動作時間のある二重遅れ

$$G_1(s) = K(s) I(s) S(s)$$

【0016】プロセス10 (すなわち、 $G_2(s)$) に応じて、制御器20は、 $K(s)$ 、 $I(s)$ 、 $S(s)$ の少なくとも1つをスイッチングすることにより (適切な定数がある所定の値に等しく、または零へ、あるいは他の任意の等しい手段へセットすることにより) 限界的に減衰させられたシステムを生ずるようにさせられる。決定すべきチューニング定数 (または、 K 、 I 、 S に対応するPID定数) は

$G_c =$ 制御器利得

$T_i =$ 積分時間定数

$T_d =$ 微分時定数

$a =$ レート利得係数。本発明の好適な実施例では0.125に固定される。

である。

【0017】次に、本発明の適応制御法の流れ図が示されている図3を参照する。この方法は制御プロセスを開始することによりスタートする (ブロック300)。開始プロセスにおいては、ユーザーはプロセスを手動モードにおけるその範囲の約10パーセントにする。ユーザーは低い値のプロセス変数に対する設定点を選択する。プロセス変数は典型的には最高出力性能の約10%

* c) 不動作時間のある1つの遅れに対して

$$G_2(s) = K e^{-DT} / (s + a)$$

d) 不動作時間のある二重遅れに対して

$$G_2(s) = K e^{-DT} / (s + a)(s + b)$$

【0013】制御器202の伝達関数 $G_2(s)$ はプロセス10の伝達関数であるから本質的に与えられる。したがって、プロセスパラメータに対する制御を行うことはできない。装置201の伝達関数 $G_1(s)$ は制御器20の伝達関数である。この伝達関数 $G_1(s)$ は制御可能であって、

である (たとえば、プロセス変数が弁を制御することであれば、プロセス変数は弁の約10%開放を指示し、プロセス変数が弁を制御することであれば、低い熱出力を得るためにプロセス変数はバーナーを10%ターンオンする等である)。最後に、ラインアウトが起こると ($p = p_v$) このスタートモードではプロセスはほぼ待機モードにある。

【0018】自動制御をスタートさせる時は、希望の設定点が制御装置へ入力され、自動プロセスを開始することを告げられる。その告知は「自動スタート」押しボタンを押すというような手動操作である (ブロック305)。制御20は出力値 C を計算する。この出力値はプロセス変数が設定点に等しいことを予測する。この計算は、 p_v をその10パーセント位置へ置くために要求された制御器出力を基にして行われる。制御器20はステップ信号を計算された値へ出力し (ブロック310)、不動作時間の識別を開始する (ブロック315)。制御器はステップ変化の出力の後で動きを開始するためにプロセス変数を探し、ステップ変化から p_v 値のある所定の小さい増加までに要する時間を測定する。この時間を不動作時間 DT と呼ぶ。ステップ信号を出力するとプロセス変数値が直ちに増大するならば、制御器は不動作時間がない ($DT = 0$) ことを決定する。この方法は、制御装置1に含まれているプロセス10の種類の識別を続ける (ブロック320)。 p_v 値が上昇を開始すると、制御器20はスロープを測定する。そのスロープが上昇の開始から連続して減少するものとする、プロセスは単一遅れとして識別される。プロセスの時定数 T_i と、定常利得 K とが下の2つの式から計算される。

$$T_i = (PV_2 - PV_1) / (PV_1' - PV_2')$$

$$K = (PV_2 + PV_2' T_i) / C$$

ここに、 PV_1 と PV_2 はそれぞれの上昇中におけるPVの2つの測定値である。 PV_1' と PV_2' は PV_1 と PV_2 にそれぞれ対応する2つのスロープ測定値である。 C は制御器の出力のステップの大きさである。

【0019】PV値が上昇を開始すると、制御器はスロープを測定する。スロープが最高値まで上昇し、それか

7

ら降下すると、このプロセスは2つの遅れを有するものとして識別される。上昇開始時から最高スロープの点に達するまでに要する時間 t_1 が測定される。プロセスの時定数 T_1 、 T_2 と定常状態利得 K が下記の手順に従って計算される。ここで、2遅れ系に対する時間の関数としてのプロセス変数のカーブが示されている図4を参照する。

【0020】一般式から

$$KC_s = PV + (T_1 + T_2) PV$$

$$C_s K = m f n t_1 + PV_1$$

が容易に導かれる。

$$\text{ここに、} m = \tan x = PV_1'$$

$$PV_1 = t_1 \text{ におけるプロセス変数}$$

である。更に、

$$N \quad f n$$

$$10 \quad 4.3$$

$$8 \quad 3.8$$

$$6 \quad 3.3$$

$$4 \quad 2.7$$

$$2 \quad 2.2$$

$$\text{ここに、} n = T_1 / T_2$$

$$f n = (T_1 + T_2) / t_1$$

である。

【0021】 t_1 、 PV_1 、 PV_1' を測定し、 C_s を知り、 $f n = 3.3$ を選択することにより K 、 T_1 、 T_2 を合理的に近似できる。この近似は、 G_s 、 T_1 、 T_2 を計算するために制御器の最初のチューニング（これについては後で説明する）に用いられる（ブロック325）。

【0022】プロセスがラインアウトに接近するにつれて（ブロック330）、 K の正確な値が測定され、 $f n$ の新しい値が計算される。これから T_1 と T_2 の新しい値が計算され、制御器は一層正確に再びチューニングされる（ブロック335）。

【0023】ブロック335に示す再チューニングの後で、制御器は $p v$ と $s p$ をモニタする。プロセスパラメータが変化し、しかもその時には設定点 $s p$ の対応する変化が伴わないとすると（ブロック340）、プロセスパラメータの変化が判定される。対応する変化なしに $p v$ の変化が起きないとすると、新しい設定点が入力されるかどうかを判定するために設定点がモニタされる（ブロック345）。新しい設定点が入力されないとすると、希望の出力 $p v$ を維持するために制御器22はシステムのモニタを続ける。新しい設定点が入力されるならば（ブロック345）、プロセスはブロック310の出力ステップでスタートし、プロセスパラメータの計算において不動作時間の識別とプロセスの識別を反復する（ブロック310～335）。

【0024】設定点に対応する変化を生ずることなしにプロセス変数の変化が検出されると（ブロック340）、プロセスパラメータの変化が決定される。

8

【0025】次に、プロセス変化補償の流れ図が示されている図5を参照する。プロセスパラメータが変化することにより PV が周波数 w で振動させられたとすると（ブロック400）、

$$w_0 \leq w_1, \text{ここに、} w_1 = 1 / T_1'$$

（ T_1 は積分時定数）

である。制御器22は

$$w_1 = 0.5 w_0$$

であるようにそのノッチをシフトする。

$$10 \quad w_0 > w_1$$

であるとする、制御器は $w_1 = w_0$ であるようにそのノッチをシフトする。ここに、 $w_1 = 1 / T_1'$ である（ T_1 ＝微分（レート）時定数）。振動が持続するものとする、制御器はその利得を半分にする。

【0026】プロセス中の変化で PV が周波数 w で減衰振動させられるものとする（ブロック405）、制御器22は

$$w_1 = w_0$$

にする。プロセスの乱れが起こり、ラインアウトへ戻る時間 t が

$$20 \quad t > DT + T_1 + T_2$$

であるとする、制御器22は w_1 と w_1 に1.3を乗ずることにより周波数のノッチをより高くシフトする。

ここに、 t は時間

DT ＝不動作時間

T_1 、 T_2 ＝プロセス時定数

である。

【0027】 PV を同じ設定点に維持するために異なる制御器出力が求められるようにプロセス利得が変化したとすると（ブロック415）、新しいプロセス利得が次式により決定される。

$$K_s = K_0 (C_{00} / C_{0s})$$

ここに、 K_s ＝新しいプロセス利得

K_0 ＝旧プロセス利得

C_{00} ＝旧制御器出力

C_{0s} ＝新しい制御器出力

である。

【0028】上記のようにして、プロセス制御器は外部の介在なしにプロセスのどのような変化にも自動的に適合させる。

【0029】制御器のチューニングを付録Aに記す。3つの遅れを有するプロセス10のような他のプロセスを本発明の好適な実施例で識別できる。それらのプロセスは2つの遅れおよび不動作時間として典型的に現れる。本発明の好適な実施例はそのようなプロセスを識別し、制御器22は上記のようにして適切にチューニングされる。

【0030】付 録 A

一般に、3つの制御器チューニング法が用いられる。それらの方法は、不動作時間のあるプロセスおよび不動作

時間のないプロセスにおける設定点変化と、任意のプロセスにおけるプロセスパラメータ変化とに適用される。

*【0031】制御器の伝達関数は実数が零であるPID方程式である。

$$C(s) = G_c (ST_1 + 1) (ST_2 + 1) / ST_1 (S_1 T_1 + 1) \quad (A)$$

ここに、 G_c = 制御器利得

T_1 = 積分時定数

T_2 = 微分時定数

a = レート利得係数 ($a=0.125$)

である。

※

$$P(s) = K / (ST_1 + 1) (ST_2 + 1) \quad (B)$$

ここに、 K = プロセスの定常状態利得

★である。

T_1, T_2 = プロセス利得 ($T_1 > T_2$)

★【0033】極打消しチューニングにおいては、

遅れ2つプロセス

遅れ1つプロセス

$$T_1 = T_1$$

$$T_1 = 0.16 T_1$$

$$T_2 = T_2$$

$$T_2 = 0$$

$$G_c = 6/K$$

$$T_3 = 0$$

$$G_c = 2.4/K$$

である。

☆法である。プロセスの伝達関数は

【0034】不動作時間のあるプロセスにおける設定点

$$P(s) = K e^{-DT} / (ST_1 + 1) (ST_2 + 1)$$

変化に対しては、制御器チューニング法はイー・ビー・

である。ここに、 DT = 不動作時間である。

ダーリン (E. B. Dahlin) により開発された方

【0035】ダーリンクチューニングにおいては、

遅れ2つプロセス

遅れ1つプロセス

$$T_1 = T_1 + T_2$$

$$T_1 = T_1$$

$$T_2 = T_1 T_2 / (T_1 + T_2)$$

$$T_2 = 0$$

$$G_c = 3/K (1 + 3DT/T_2)$$

(左の式と同じ)

である。

【図4】遅れ2つプロセスに対する時間の関数としてのプロセス変数の典型的なカーブを示す。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法を利用する本発明の適応制御器を含む制御装置のブロック図を示す。

【図5】本発明の好適な実施例のプロセス変化補償の流れ図を示す。

【図2】典型的なそれぞれ異なる制御装置の一部のブロック図を示す。

【符号の説明】

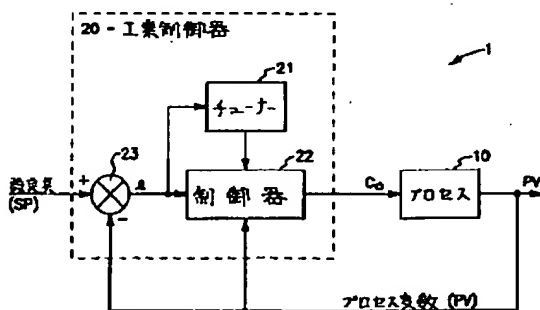
【図3】本発明の好適な実施例の適応制御法の流れ図を示す。

21 チューナー

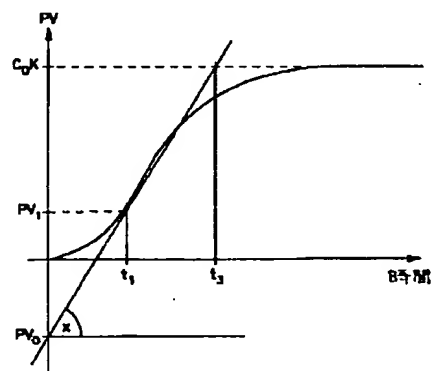
22 制御器

23 差装置

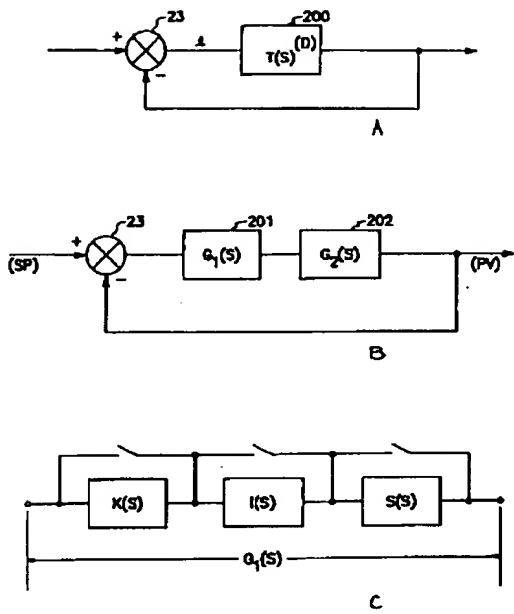
【図1】



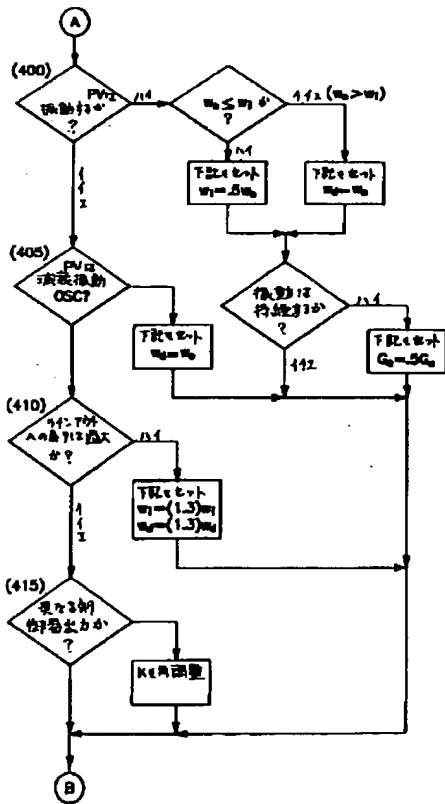
【図4】



【図2】



【図5】



【図3】

